

## GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLARDA GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE TRAHE ÇAPI VE BİRİM ALANDAKİ TRAHE SAYISININ BELİRLENMESİ

Bilgin GÜLLER\*

Hüseyin FAKİR

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA

\* bilginguller@orman.sdu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, geniş yapraklı ağaçlarda birim alandaki trahe sayısı ve trahe çapı ölçümlerinin daha hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilmesi için, kullanılan klasik yöntemlere alternatif olabilecek pratik bir yöntem tanıtılmıştır. Yöntemde temel prensip olarak, mikroskoba bağlı bir kamera ile elde edilen görüntüler bilgisayara aktarılmakta ve bu görüntüler bir görüntü analiz programı ile analiz edilmektedir. Bu yöntem, gereken şartlar sağlandığında (trahelerde parçalanma olmaması, bilgisayara aktarılan görüntünün kalitesi vb.), milimetrekaresindeki trahe sayısının otomatik olarak belirlenmesinde rahatlıkla kullanılabilir. Bununla birlikte, bu çalışmada hücre çaplarının ölçülmesinde, kullanıcı tanımlı ölçümler otomatik ölçümlerden daha güvenilir bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Geniş yapraklı ağaçlar, görüntü analizi, odun anatomisi.

## DETERMINING THE NUMBER OF VESSEL IN PER UNIT AREA AND VESSEL DIAMETER OF BROAD LEAVES TREES USING IMAGE ANALYSIS METHOD

### ABSTRACT

In this study, a quick and easy image analysis method that can be alternatively used in place of classical methods was introduced for determination of the number of vessel in per square millimeter and vessel diameter in broad leaves trees. The main principle of this analysis method is that the images of microscopic slides are captured through a camera attached to a microscope and the images are processed and analyzed with a software program. According the results if the required conditions fulfilled (vessel cell wall must be a whole, image quality etc.) this method can be used for automatically determining the number of vessel in per square millimeter. However to measure vessel diameter, user defined measurement is found more reliable than automatic measurement for the study.

**Keywords:** Broad leaves trees, image analysis, wood anatomy.

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de odun anatomisi çalışmalarında trahe çapları ışık mikroskoplarında oküler mikrometresi kullanılarak belirlenmektedir. Birim alandaki hücre sayısı ise genellikle, hazırlanan preparatlar üzerinde, vizopanda veya ışık mikroskoplarında oküler mikrometresi kullanılarak ölçülmektedir. Bu yöntemler özellikle çok sayıda ölçüm yapıldığında, oldukça yorucu ve zaman alıcıdır. Bu nedenle birçok ülkede gelişen teknolojik olanaklardan da yararlanılarak, bu ölçümlerin daha kısa sürede ve kolay bir şekilde yapılmasına yönelik çeşitli metot ve sistemler geliştirilmiştir. Türkçe’ye görüntüden analiz etme olarak çevrilebilen ve genel olarak “image analysis” olarak adlandırılan bu yöntemde farklı sistemlerden bahsedilmektedir. Fakat bu sistemlerde temel prensip, hazırlanan anatomik preparatların görüntülerinin mikroskoba bağlı kameralarla bilgisayara aktarılmasıdır. Literatür incelendiğinde görüntülerin bilgisayara aktarılmasını ve bu görüntüler üzerinde ölçüm yapılmasını sağlayan değişik kamera ve programların kullanıldığı görülmektedir. Geniş yapraklı ağaçlarda bazı anatomik özelliklerin görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışma, yoğun emek ve zaman isteyen odun anatomisi çalışmalarının daha kısa sürede ve daha kolay bir şekilde yapılmasına katkıda bulunacaktır. Çalışmada ilk aşamada enine kesitte bazı anatomik ölçümlere yönelik çalışmalar yapılmıştır. Sistem kurulduktan sonra yapılacak çalışmalarda diğer kesitlerde de ölçümlerin yapılabilmesine yönelik çalışmaların yolu açılmıştır.

Özellikle yurt dışında son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında, görüntü analizi yönteminin odun anatomisi çalışmalarında tercih edildiği görülmektedir (Koga vd., 1997; Lei vd., 1997; Telewski vd., 1999; Yasue vd., 2000; Spiecker vd., 2000; Wang ve Aitken 2001; Yanez vd., 2001; Fujiwara 2003; Mayr ve Cochard 2003; Wernsdörfer vd., 2004). Literatürden örnek olarak verilen bu çalışmalarda değişik ağaç türlerinde, farklı özellikler incelenmiştir. Bu çalışmaların ortak özelliği, anatomik özelliklerin belirlenmesinde görüntüden analiz etme yönteminin kullanılmış olmasıdır. Ülkemizde bu yöntem odun anatomisi çalışmalarında ilk olarak kızılçamda ve ladinde birim alandaki hücre sayısının belirlenmesinde kullanılmıştır (Güller, 2004, 2005a ve b). Ülkemizde geniş yapraklı ağaç türlerinin anatomik özelliklerinin belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın önemi, ülkemizde bu yöntemin geniş yapraklı ağaçlarda kullanılmasının ilk kez denenmiş olmasıdır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Görüntü analiz sistemlerinde kullanılan programlarda, parçacık boyutları ve belli bir alandaki sayıları belirlenebilmektedir. Geniş yapraklı ağaç enine kesitinde “traheler içi boş daireler haline getirildiğinde görüntü analiz programlarında boyutları ve birim alandaki sayıları ölçülebilir” düşüncesiyle, çalışmada ilk aşamada deneme materyali olarak dağınık traheli ağaçlar kullanılmıştır.

İlk aşamada dağınık traheli ağaç türlerinde yöntemin denenmesinin nedeni, anatomik yapıları nedeniyle trahe çapları arasında büyük farklılıkların olmamasıdır. Böylelikle parçacık (partikül) olarak kabul edilen trahelerin

GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLARDA GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE TRAHE ÇAPI VE BİRİM  
ALANDAKİ TRAHE SAYISININ BELİRLENMESİ

boyutlarının tanımlanması daha kolay yapılabilecektir. İlk aşamada başarı elde edildikten sonra ikinci aşamada halkalı ve yarı halkalı türlerde bu yöntemin kullanılması denenmiştir. Çünkü halkalı ve yarı halkalı türlerde ve trahe içerisinde tül vb. oluşumların bulunması durumunda görüntü analizi yöntemiyle otomatik ölçümlerde bazı güçlüklerle karşılaşılacağı, bu ölçümlerin kullanıcı tanımlı yapılması ve görüntü üzerinde ek işlemlerin yapılması gerekebileceği öngörülmüştür.

Çalışmada kullanılacak ağaç türleri belirlenirken halkalı, yarı halkalı ve dağınık trahe dizilişine sahip ağaç türlerinden bir örnekle değil, aynı gruba dahil ağaç türlerinden trahe düzeni bakımından farklılık olanlar da dikkate alınarak örnekleme yapılmıştır. Örneğin halkalı traheli ağaç türlerinde yaz odunu tabakasındaki trahe düzeni bu gruba giren ağaç türlerini birbirinden ayırmak için kullanılmaktadır (Karaağaç, meşe, yalancı akasya, dişbudak gibi) (Bozkurt ve Erdin 2000). Bu durum dikkate alınarak her grup için örnekleme yapılırken kullanılan ağaç türü, o grubu temsil eden farklı özellikteki ağaç türleri dikkate alınarak yapılmıştır. Örnekler ağaçların 1.30 m yüksekliğinden alınmıştır. Elde edilen materyallerden anatomik preparatlar hazırlanmıştır (Anonim, 1968; Bozkurt ve Erdin 2000). Belirli özelliği ile ayrılan trahe vb. gerektiren fotoğraflar için Bilgin Güller tarafından çekilmiş elde mevcut örneklerden de yararlanılmıştır (Örn. Şekil 7 de verilen fotoğraf gibi). Daha sonra hazırlanan bu preparatların mikroskoba (OLYMPUS CX41) bağlı bir dijital kamera (OLYMPUS C7070, 7.1 megapixel) ile fotoğrafları (enine kesit) çekilmiş ve \*.jpg formatında bilgisayara aktarılmıştır. Görüntü analiz programı olarak Image J (versiyon 1.33) kullanılmıştır.

Geniş yapraklı ağaçlarda yıllık halka içerisinde trahe dağılışı üç farklı grupta toplanmaktadır. Bu projede amaç görüntü analizi yönteminin bu trahe dağılışına sahip ağaçlarda kullanılabilirliğinin belirlenmesidir. Bu nedenle yalnızca belirli bir tür değil, cins bazında örnekleme yapılmıştır. Ayrıca aynı trahe dağılışına sahip cinslerden eşit sayıda örnekleme yapılarak bir toplum oluşturulmuştur. Örneğin; *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Platanus*, *Populus*, *Salix*, *Tilia* cinslerinden örnekler alınarak “dağınık traheli ağaçlar” toplumu oluşturulmuştur. Dağınık traheliler grubunda 9 cins (*Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Platanus*, *Populus*, *Salix*, *Tilia*), yarı halkalı traheliler grubunda 2 cins (*Juglans* ve *Prunus*), halkalı traheliler grubunda 5 cins [*Castanea*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Robinia* (*R. pseudoacacia*)] ile çalışılmıştır. Çekilen fotoğraflar üzerinde gerçekte 1 mm ye denk gelen uzunluk (Şekil 1) ve 1 mm<sup>2</sup>ye denk gelen kare şeklindeki alan tanımlanmıştır (Şekil 2 ve 3). Bu işlemin yapılabilmesi için aynı koşullarda çekilmiş obje mikrometresi fotoğrafları kullanılmıştır. Birim alanlar tanımlandıktan sonra buralarda bulunan traheler, 19 inç bilgisayar ekranında tam ekran görüntülenerek gözle sayılmıştır. Daha sonra birim alandaki traheler, aynı görüntüler kullanarak görüntü analiz programında otomatik olarak sayılmıştır. Otomatik sayımlar yapılırken izlenmesi gereken işlem basamakları belirlenmiştir. Şekil 4’te *Alnus*’ta otomatik sayımların yapılması örnek olarak gösterilmiştir.

Ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda halkalı traheli ağaçlarda milimetrekaredeki trahe sayısı tanım özelliği olarak verilmiştir. Fakat IAWA (1989) ve Bozkurt ve Erdin (1995) tarafından belirtildiği üzere milimetrekaredeki trahe

sayısı, halkalı traheli ağaçlarda, traheleri vaskular ve vasisentrik traheidlerle belirli alanlarda birlikte bulunan ağaç türlerinde ve traheleri dallanmış düzende ve teğet şeritli olan türlerde hesaplanmamaktadır. Bu nedenle bu türlerde yöntemin kullanılabilmesi gösterilmiş fakat istatistiksel olarak ispatının pratik bir önemi olmayacağı için bu türlerde az sayıda örnek üzerinde sayım yapılmıştır (Şekil 5,6).

Trahe çaplarının ölçüm kontrolleri yapılabilmesi için aynı trahede mikrometre ile ölçüm yapılmasının, belirli bir alandaki ortalama trahe çapının ölçülmesine göre sistemin denetlenmesi açısından daha yararlı olacağı düşünülmüştür.

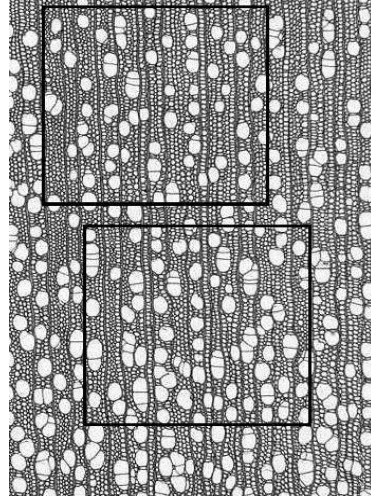
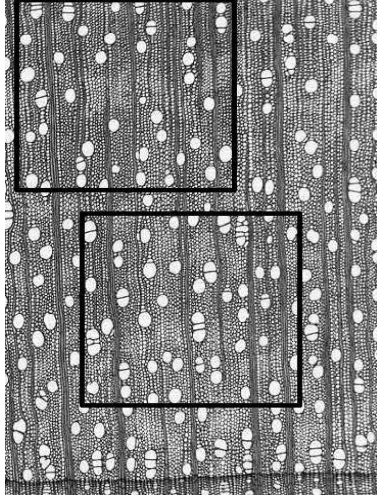
Bunu sağlamak için ayırıcı bir özelliğe sahip trahelerde (özel şekil oluşturmuş tül oluşumu vb.) (Şekil 7) ya da bu traheler nirengi noktası alınarak çevresindeki trahelerde ölçüm yapılmıştır. Görüntü içerisinde yer alan ve belirgin veya ayırıcı önemli bir özelliği olmayan trahelerde ise görüntü üzerinde öz ışını, en büyük boyutlu trahe vb. hareket noktası alınarak her trahe bu traheye göre konumu belirtilerek numaralanmıştır. Böylelikle hem preparatta hem de çekilen görüntüde aynı traheye ait ölçümlerin karşılaştırılması mümkün olmuştur (Şekil 8). Bu özellik dikkate alınarak görüntü alınmış ve aynı trahe üzerinde iki farklı yöntemle (mikroskopta oküler mikrometresi kullanarak ve görüntü üzerinde bilgisayarda ölçüm) yapılan ölçümler karşılaştırılmıştır.

Ölçümlerin karşılaştırılmasında eşleştirilmiş t testi kullanılmıştır (Ergün, 1995). Çalışmada SPSS v.13.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. İstatistik değerlendirmeler %95 güven düzeyinde yapılmıştır.

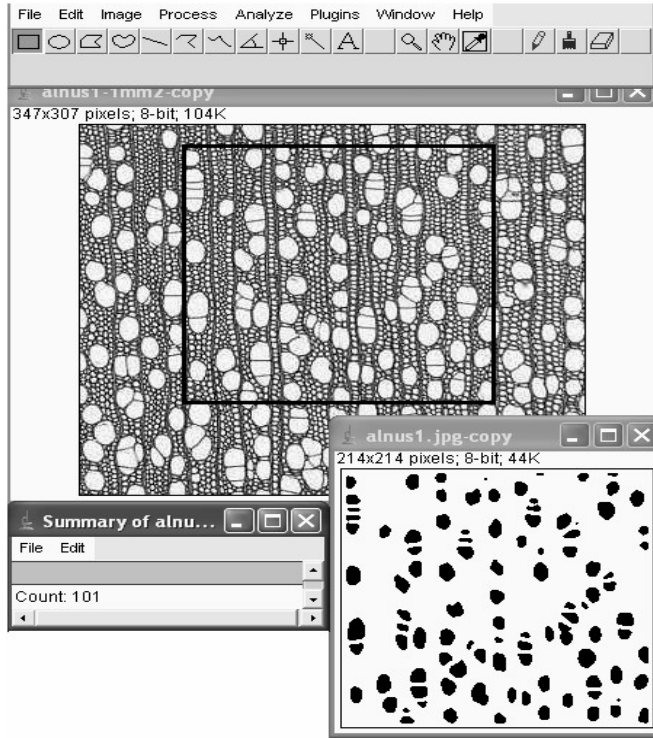


Sekil 1. *Populus* fotoğrafı üzerinde 1 mm ye denk gelen uzunluk

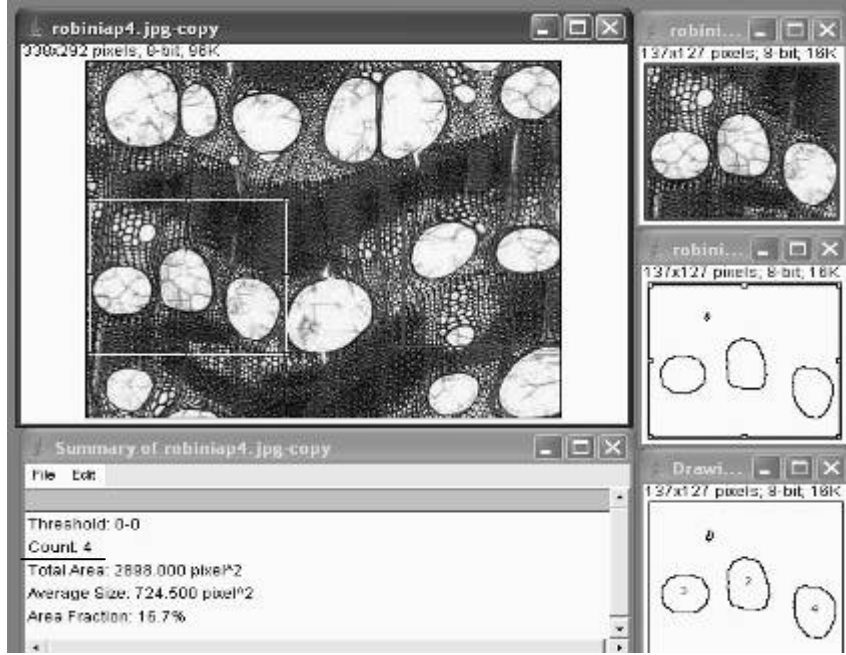
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLARDA GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE TRAHE ÇAPI VE BİRİM ALANDAKİ TRAHE SAYISININ BELİRLENMESİ



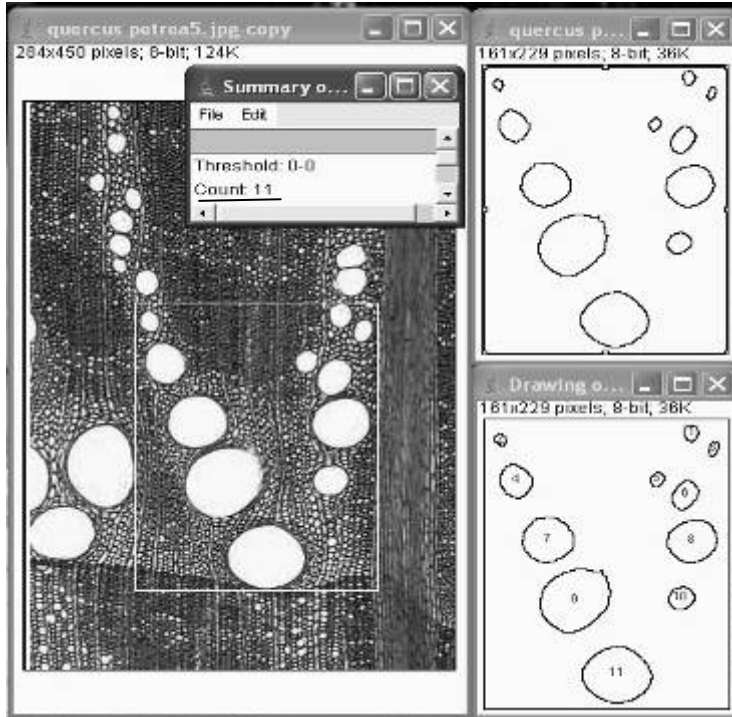
Şekil 2. *Acer*'de tanımlanmış 1 mm<sup>2</sup> lik alanlar Şekil 3. *Alnus*'ta tanımlanmış 1 mm<sup>2</sup> lik alanlar



Şekil 4. *Alnus*'ta otomatik sayımların yapılması

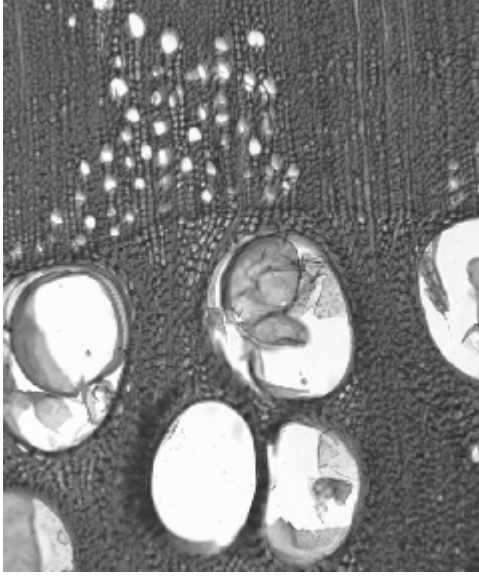


Şekil 5. *Robinia pseudoacacia*'da birim alandaki hücre sayısının belirlenmesi

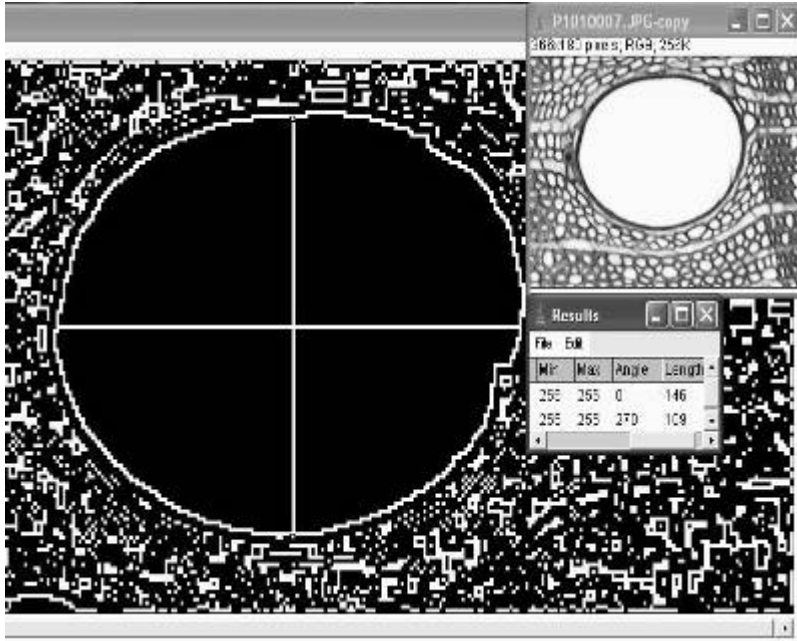


Şekil 6. *Quercus*'da birim alandaki hücre sayısının belirlenmesi

GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLARDA GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE TRAHE ÇAPI VE BİRİM ALANDAKİ TRAHE SAYISININ BELİRLENMESİ



Şekil 7. Belirli bir özelliği ile farklı olan trahelerin seçilmesi



Şekil 8. Bilgisayarda trahe radyal ve teğet çapının ölçülmesi

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Birim Alandaki Trahe Sayısı

Dağınık traheli türlerde 80 ölçüm yapılmıştır. Yapılan eşleştirilmiş t testinde gözle sayım ve otomatik sayım arasında korelasyon katsayısı 0,99 bulunmuştur. İstatistik değerler Çizelge 1’de t testi sonuçları Çizelge 2’ de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi dağınık traheli türler için, birim alandaki trahe sayısının belirlenmesinde gözle trahelerin tek tek sayılması ile elde edilen sonuçlar ile, trahe sayısının görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar arasında %95 güvenle önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Yarı halkalı traheli türlerde 40 ölçüm yapılmıştır. Yapılan eşleştirilmiş t testinde gözle sayım ve otomatik sayım arasında korelasyon katsayısı 0,99 bulunmuştur. İstatistik değerler Çizelge 3’te t testi sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4’de görüldüğü gibi yarı halkalı traheli türler için, birim alandaki trahe sayısının belirlenmesinde gözle trahelerin tek tek sayılması ile elde edilen sonuçlar ile, trahe sayısının görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar arasında %95 güvenle önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Daha önce açıklanan nedenlerle halkalı trahelilerde birim alandaki hücre sayısının belirlenmesinde yalnızca yöntemin kullanılabilirliği denenmiştir. İstatistik bir değerlendirme yapılmamıştır. Şekil 5’te Yalancı Akasya’da, Şekil 6’da meşede daha küçük bir alanda hücre sayısının otomatik ölçümü gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi dağınık traheli ağaçlarda da bu yöntemle belirli bir alandaki trahe sayısı belirlenebilmektedir.

Çizelge 1. Dağınık traheli türler için yapılan t testi istatistik değerleri (Trahe sayısı)

Ölçüm yöntemi	Ortalama	N	Std. sapma	Std. hata
Göz	92,50	80	37,71	4,22
Otomatik	92,73	80	37,69	4,21

Çizelge 2. Dağınık traheli türler için yapılan t testi sonuçları (Trahe sayısı)

Ölçüm yöntemi	Ort.	Std. sapma	Std. hata	t	sd	Sig.
Göz - Otomatik	-0,22	1,22	0,14	-1,647	79	0,104

Çizelge 3. Yarı halkalı traheli türler için yapılan t testi istatistik değerleri

Ölçüm yöntemi	Ortalama	N	Std. sapma	Std. hata
Göz	64,53	40	69,02	10,91
Otomatik	64,55	40	69,03	10,91

Çizelge 4. Yarı halkalı traheli türler için yapılan t testi sonuçları (Trahe sayısı)

Ölçüm yöntemi	Ort.	Std. sapma	Std. hata	t	sd	Sig.
Göz - Otomatik	-0,03	1,07	0,17	-0,147	39	0,884



GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLARDA GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE TRAHE ÇAPI VE BİRİM  
ALANDAKİ TRAHE SAYISININ BELİRLENMESİ

Tül oluşumu bu yöntemin kullanılmasında karşılaşılabilecek en önemli sorundur. Çünkü insan gözü ile içerisinde tül oluşumu olan trahe sınırları rahatlıkla ayrılabilir fakat programlar tül oluşumunun şekli ve kapladığı alana göre tek bir traheyi birden fazla alan olarak tanımlayabilir. Bu nedenle sayımlarda hata meydana gelmemesi için, böyle görüntüler üzerinde filtreleme işleminin yapılması gerekmektedir.

### 3.2. Trahe Çapları

Halkalı traheli türlerde 120 ölçüm yapılmıştır. Yapılan eşleştirilmiş t testinde mikroskopta yapılan ölçümler ve bilgisayarda görüntü analiz programı ile yapılan ölçümler arasında korelasyon katsayısı 0,99 bulunmuştur. İstatistik değerler Çizelge 5’de t testi sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6’da görüldüğü gibi halkalı traheli türler için, trahe çapının belirlenmesinde, mikroskopta mikrometre ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen sonuçlar ile trahe çaplarının görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar arasında, %95 güvenle önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Dağınık traheli türlerde 140 ölçüm yapılmıştır. Yapılan eşleştirilmiş t testinde mikroskopta yapılan ölçümler ve bilgisayarda görüntü analiz programı ile yapılan ölçümler arasında korelasyon katsayısı 0,98 bulunmuştur. İstatistik değerler Çizelge 7’de t testi sonuçları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 5. Halkalı traheli türler için yapılan t testi istatistik değerleri (Trahe çapı)

Ölçüm yöntemi	Ortalama (µm)	N	Std. sapma	Std. hata
Mikroskop	radyal	255,13	91,710	8,370
	teğet	255,36	92,014	8,400
Bilgisayar	radyal	207,58	72,800	6,650
	teğet	207,82	73,085	6,672

Çizelge 6. Halkalı traheli türler için yapılan t testi sonuçları (Trahe çapı)

Ölçüm yöntemi	Ort.	Std. sapma	Std. hata	t	sd	Sig.
Mikroskop -Bilgisayar (radyal)	-0,237	2,113	0,193	-1,229	119	0,221
Mikroskop- Bilgisayar (teğet)	-0,235	1,946	0,178	-1,324	119	0,188

Çizelge 7. Dağınık traheli türler için yapılan t testi istatistik değerleri (Trahe çapı)

Ölçüm yöntemi	Ortalama (µm)	N	Std. sapma	Std. hata
Mikroskop	radyal	86,29	26,120	2,210
	teğet	86,33	26,184	2,213
Bilgisayar	radyal	63,75	17,120	1,450
	teğet	63,78	16,825	1,422

Çizelge 8. Dağınık traheli türler için yapılan t testi sonuçları (Trahe çapı)

Ölçüm yöntemi	Ort.	Std.sapma	Std. hata	t	sd	Sig.
Mikroskop -Bilgisayar (radyal)	-0,047	1,394	0,118	-0,399	139	0,691
Mikroskop - Bilgisayar (teğet)	-0,034	1,091	0,092	-0,365	139	0,716

Çizelge 8'de görüldüğü gibi dağınık traheli türler için, trahe çapının belirlenmesinde mikroskopta mikrometre ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen sonuçlar ile trahe çaplarının görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar arasında, %95 güvenle önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Yarı halkalı traheli türlerde 141 ölçüm yapılmıştır. Yapılan eşleştirilmiş t testinde mikroskopta yapılan ölçümler ve bilgisayarda görüntü analiz programı ile yapılan ölçümler arasında korelasyon katsayısı 0,99 bulunmuştur. İstatistik değerler Çizelge 9'da t testi sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10'da görüldüğü gibi yarı halkalı traheli türler için, trahe çapının belirlenmesinde mikroskopta mikrometre ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen sonuçlar ile trahe çaplarının görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar arasında %95 güvenle önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 9. Yarı halkalı traheli türler için yapılan t testi istatistik değerleri (T. çapı)

Ölçüm yöntemi	Ortalama (µm)	N	Std. sapma	Std. hata
Mikroskop	radyal	99,46	50,070	4,230
	teğet	99,57	49,991	4,225
Bilgisayar	radyal	78,04	39,710	3,360
	teğet	78,14	39,363	3,327

Çizelge 10. Yarı halkalı traheli türler için yapılan t testi sonuçları (Trahe çapı)

	Ort.	Std.sapma	Std. hata	t	sd	Sig.
Mikroskop –Bilgisayar (radyal)	-0,106	1,373	0,116	-0,915	139	0,362
Mikroskop - Bilgisayar (teğet)	-0,101	1,680	0,142	-0,712	139	0,477

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yöntem, klasik ölçüm yöntemlerine göre daha pratiktir. Bu yöntemle daha hızlı ve kolay bir şekilde ölçüm yapmak mümkündür. Klasik ölçüm yöntemlerinde göz çok fazla yorulmaktadır. Önerilen yöntemde ölçüm otomatik yapıldığı için bu sakınca söz konusu değildir. Görüntü üzerinden ölçüm yapıldığı için istenilen zamanda çalışmaya ara vermek mümkündür. Görüntüler bilgisayar ya da CD ye kaydedilerek uzun süre saklanabilir. İstenilen zamanda aynı resim üzerinde tekrar çalışılabilir. Bu çalışmada kullanılan görüntü analiz programı dışında benzer özelliklere sahip başka programlar da aynı amaçla kullanılabilir.

Yöntemde anatomik görüntüler bilgisayara, mikroskoba bağlı kamera aracılığı ile aktarılmaktadır. Bu nedenle yöntemin kullanılabilmesi için bu ekipmanın bulunması gereklidir. Bu sisteme sahip olunmasa bile, sistemin var olduğu başka bir yerde fotoğraflar çekilerek daha sonra ölçüm yapılabilir. Kullanılan program herhangi başka bir bilgisayarda kurularak kolaylıkla çalışılabilir. Preparatlardan görüntülerin bilgisayara aktarılması için zaman harcanmaktadır (Bir fotoğrafın aktarılması için gereken süre yaklaşık 1-2 dakikadır). Otomatik ölçümlerde hata yapılmaması için hazırlanan preparatların kalitesi çok iyi olmalıdır (Boyama kusurları, hücre çeperlerinde parçalanma vb. olmamalıdır). Çalışmada bazı preparatlarda hücre çeperlerinde parçalanma olduğu için elde edilen görüntüler

## GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLARDA GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE TRAHE ÇAPI VE BİRİM ALANDAKİ TRAHE SAYISININ BELİRLENMESİ

“Paint” programına aktarılarak bu kısımlar tamamlanmıştır. Aksi takdirde aralarındaki çeper parçalanmış yan yana iki hücre otomatik olarak sayılırken tek bir hücre gibi sayılabilir. Enine kesitte bir milimetre karelik alan tanımlandığında bu alanın sınırında yer alan bazı trahelerin bir kısmı dışarıda kalmaktadır. Program partikül sayısını belirlediği için, trahenin az bir kısmı tanımlanan alan içerisinde kalsa dahi sayılacaktır. Bu nedenle ana fotoğraftan kontrol ederek kenarda bulunan trahelerin hangilerinin sayıma dahil edileceğine karar vermek gerekebilir. Bu karar verildikten sonra ölçüme dahil edilmek istenmeyen trahelerin görüntüden silinmesi ya da partikül boyutları seçilirken buna dikkat edilmesi gerekir. Ayrıca birim alan görüntü üzerinde belirlenirken mümkün olduğu kadar trahelerin alan içerisinde kalmasına dikkat edilebilir.

Trahe çaplarının belirlenmesinde ise, trahelerinde yoğun tül oluşumu olmayan türlerde, yaz odunu traheleri ile ilkbahar odunu traheleri arasında çap bakımından büyük farklılık olmayan türlerde otomatik ölçümlerde başarı sağlanmıştır. Fakat yoğun tül oluşumu bulunan trahelerde yapılan filtreleme işleminden sonra oluşan pixel kayıplarının otomatik ölçümlerle elde edilen sonuçlar üzerinde önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca hücre çeperi parçalanmış bitişik iki hücrenin program tarafından tek bir hücre olarak kabul edilmesi otomatik ölçümlerde sorun oluşturabilir. Bu nedenle bu konuda dikkatli olunmalıdır. Bulgular kısmında kullanıcı tanımlı yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir. Kullanıcı tanımlı yapılan ölçümler bu aşamada daha başarılı bulunmuştur.

Bu yöntemin ölçüm kalitesi, preparatların iyi hazırlanması ve bilgisayara aktarılan görüntünün kalitesine bağlıdır. Çalışmada görüntüler daha az yer kaplaması amacıyla \*jpg formatında aktarılmıştır. Bilindiği gibi bu biçimde kaydedilen görüntülerin boyutları azalmaktadır yani bilgisayarda daha az yer kaplamaktadır fakat, görüntü kaliteleri \*tif vb. kayıt biçimine göre daha düşüktür. Birim alandaki hücre sayılarının ölçülmesinde bu durum bir sorun oluşturmamıştır. Bununla birlikte gelecekte yapılacak çalışmalarda özellikle hücre çapı, çeper kalınlığı vb. ölçümlerinde görüntülerin \*tif olarak kaydedilmesi önerilebilir. Bu yöntem, gereken şartlar sağlandığında, hem ölçüm doğruluğu hem de ölçüm kolaylığı açısından birim alandaki trahe sayısının ve trahe çaplarının belirlenmesinde, mikroskopta yapılan klasik ölçümlere alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışmada S.D.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no:01020-M-05).

### YAZAR NOTU

Makalede verilen şekiller yazım alanına sığdırılabilmesi için küçültülmüştür. Bazı şekillerde işlem basamaklarının okuyucular için daha anlaşılabilir olabilmesi ve vurgulanmak istenen ayrıntıların kaybolmaması amacıyla şeklin orijinal boyutundan küçültme yapılırken, oransal küçültme yapılamamıştır. Verilen görüntülerin bir kısmında görülebilecek orantısızlık (Örn: Görüntü üzerinde tanımlanan birim uzunlukların gerçek boyutunda görülmemesi, birim alan olarak tanımlanan ve gerçekte 1 mm<sup>2</sup> ye eşit olan alanın tam olarak kare şeklinde görülmemesi vb.) bu nedenden kaynaklanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1968. The Preparation of Wood for Microscopic Examination, Leaflet No:40, Forest Products Research Laboratory, Madison. US.
- Baxes, A.G., 1994, Digital Image Processing, John Wiley and Sons Inc., ISBN:0-471-00949-0, US.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1995. Odun Anatomisi II, İ.Ü. Yayın No:3907, Fen Bilimleri Ens. Yayın No:6, ISBN:975-404-406-6, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İ.Ü. Yayın No:4263, Orman Fak. Yayın No:466, ISBN: 975-404-592-5, İstanbul.
- Berman, M., 2000, Image Analysis, Statistics and Computing, 10, 91-93p.
- Ergün, M., 1995: Bilimsel Araştırmalarda Bilgisayarla İstatistik Uygulamaları SPSS for Windows, Ocak Yayınları, ISBN:975-422-044-1, Ankara.
- Fujiwara, T., 2003. Effect of cross-sectional dimensions of tracheids on percentages of cell wall in Japanese larch, Bulletin of FFPRI (Department of Wood Properties, Forestry and Forest Products Research Institute ), Vol.2, No.3, 199-205.
- Güller, B., 2004. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Değişik silvikültürel müdahalelerin odunun teknolojik özellikleri üzerine etkisi (Doktora tezi), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 299 s.
- Güller, B., 2005a. Görüntü Analizi Yöntemi ile Milimetrekaredeki Traheid sayısının Belirlenmesi, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A Sayı:1,132-142.
- Güller, B., 2005b. Doğu Ladininde Yıllık Halka Genişliği ve Birim Alandaki Traheid Sayısının Görüntü Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi, Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt:1, 58-67, Trabzon.
- Gonzales, C.R., Woods, E.R., 1993, Dijital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Co., ISBN:0-201-60078-1, US.
- Hussain,Z., 1991, Dijital Image Processing, Ellis Horwood Series in Digital and Signal Processing, ISBN:0-13-213273-7, England.
- IAWA Committee, 1989. List of Microscopic Features for Hardwood Identification, IAWA Buletin 10(3), 219-332.
- Koga, S., Oda, K., Tsutsumi, J., Fujimoto, T., 1997. Effect of thinning on the wood structure in annual growth rings of Japanese larch (*Larix leptolepis*), IAWA Journal, 18(3): 281-290.
- Lei, H., Gartner, B.L., Milota, M.R., 1997. Effect of growth rate on the anatomy, specific gravity, and bending properties of wood from 7- year-old red alder (*Alnus rubra*), Canadian Journal of Forest Research, 27:80-85.
- Mayr, S., Cochard, H., 2003. A new method for vulnerability analysis of small xylem areas reveals that compression wood of Norway spruce has lower hydraulic safety than opposite wood, Plant, Cell and Environment, 26: 1365-1371.
- Spiecker, H., Schinker, M.G., Hansen, J., Young-in, P., Ebding, T., Döll, W., 2000. Cell structure in tree rings: Novel methods for preparation and image analyses of large cross sections, IAWA Journal, 21(3): 361-373.
- Ribeiro, P.T., Filho, T.M., Gruvinel, E.P., 2001, Algorithm for Analyzing Anatomical Structure of Wood from Brazilian Forest Species, Based on Digital Imaging Processes Techniques, Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing.
- Telewski, F. W., Swanson, R. T., Strain, B. R., Burns, J. M., 1999. Wood properties and ring width responses to long-term atmospheric CO2 enrichment in field-grown loblolly pine (*Pinus taeda* L.), Plant, Cell and Environment, 22: 213-219.
- Wang, T., Aitken, S.N., 2001. Variation in xylem anatomy of selected populations of lodgepole pine, Canadian Journal of Forest Research, 31:2049-2057.
- Wernsdörfer, H., Reck, P., Seeling, U., Becker, G., Seifert, T., 2004. Identifying and measuring compression wood of Norway Spruce (*Picea abies* L. Karst.), by using methods of digital image analysis, Holz Roh Werkst. 62:243-252
- Yasue, K., Funada, R., Kobayashi, O., Ohtani, J., 2000. The effect of tracheid dimensions on variations in maximum density of *Picea glehnii* and relationships to climatic factors, Trees 14:223-229, Springer-Verlag.
- Yanez, L., Terrazas, T., Terrazas, E., 2001. Wood and bark anatomy variation of *Annona glabra* L. Under flooding, Agrociencia 35 (1).